

**VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

**NÁVRH NA ZMĚNU PARAMETRŮ TRHACÍCH PRACÍ V LOMU
BÍLČICE ZA ÚČELEM DOSAŽENÍ MENŠÍ FRAGMENTACE**

diplomová práce

Autor:
Vedoucí diplomové práce:

Bc. Jiří Bernát
doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Jiří Bernát

Studijní program:

N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

2102T012 Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin

Téma:

Návrh na změnu parametru trhacích prací v lomu Bílčice za účelem
dosažení menší fragmentace
Proposal to change the parameters of blasting in the quarry Bílčice to
achieve less fragmentation

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Rešerše dosavadních výsledků provádění trhacích prací v lomu Bílčice
3. Návrh na úpravu parametru resp. změnu použití výbušnin a roznětu v lomu za účelem snížení fragmentace těženého materiálu
4. Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrženého řešení
5. Závěr

Rozsah práce: 30 - 35 stran textu, 5 - 10 grafických příloh

Seznam doporučené odborné literatury:

DOJČÁR, O.; HORKÝ, J.; KOŘÍNEK, R.: *Trhacia technika*. 1 vyd. Ostrava: Montanex, 1996. 421 s.
ISBN 80-85780-69-0.

Zákon 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní bánské správě, ve znění pozdějších předpisů.
Vyhláška CBU č.72/1988 Sb., o používání výbušnin ve znění pozdějších předpisů.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

Datum zadání:

31.10.2010

Datum odevzdání:

30.04.2011

prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.
vedoucí institutu

prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Ve své diplomové práci jsem vycházel z dosavadních poznatků dané problematiky.
- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 28. 4. 2011

Bc. Jiří Bernát



Děkuji svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Milanu Mikolášovi, Ph.D. za pomoc při vypracování. Současně děkuji konzultantovi z podniku CEMDEST s.r.o., Ing. Janu Monsportovi a vedoucímu lomu Bílčice panu Radomíru Pavlasovi za jejich odborné vedení, cenné rady a konzultaci.

Summary

The diploma thesis deals with a proposal of changing blasting operation in order to achieve lower fragmentation of the mined material in the Bílčice quarry.

The opening chapter describes the properties of the bed in a chosen area of the quarry including the parameters of the mined material and the technological procedure of bench blasting.

A description of the current results of the blasting operation is included in the thesis.

The main focus of the thesis is on the project of bench blasting which allows a decrease of mined material fragmentation.

In the conclusion the suggested solution is being evaluated from the point of view of technical, economical and ecological contribution to mining in the given locality of the Bílčice quarry.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá návrhem na změnu parametrů trhačích prací za účelem dosažení menší fragmentace těžené suroviny na lomu Bílčice. Úvodní kapitola popisuje charakteristiku ložiska vybrané lokality lomu, včetně parametrů těžené suroviny a technologického postupu clonového odstřelu.

Součástí diplomové práce je popis dosavadních výsledků prováděných trhačích prací. Největší pozornost je věnovaná projektu clonového odstřelu, který řeší snížení fragmentace těženého materiálu.

V závěru práce je zhodnoceno navrhované řešení z hlediska technicko-ekonomického a ekologického přínosu pro těžbu na dané lokalitě lomu Bílčice.

Seznam zkratk

POPD Plán otvírky, přípravy a dobývání

TVO..... Technický vedoucí odstřelu

CO..... Clonový odstřel

TP Technologický postup

VD Vodní dílo Slezská Harta

ZTVO Zástupce technického vedoucího odstřelu

SBS..... Státní báňská správa

ADR Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí

DNT..... Dinitrotoluen meziprodukt při výrobě tritolu

TNT Výbušná látka (směs) Tritol

OBSAH

1 ÚVOD.....	1
2 Rešerše dosavadních výsledků provádění trhačích prací v lomu Bílčice.....	2
2.1 Geologická charakteristika ložiska	2
2.2 Jakostní a technologická charakteristika suroviny	3
2.3 Hydrogeologická charakteristika ložiska	4
2.4 Dosavadní způsob provádění trhačích prací velkého rozsahu hromadných odstřelů v lomu Bílčice	5
2.4.1 Všeobecná ustanovení	5
2.4.2 Nabývání výbušnin	6
2.4.3 Nabíjení vývrtů	7
2.4.4 Hygienická opatření.....	8
2.4.5 Roznětné vedení.....	8
2.4.6 Bezpečnostní opatření	8
2.4.7 Výstražné signály.....	9
2.5 Generální technický projekt clonových odstřelů kamenolomu Bílčice	9
2.5.1 Porovnání parametrů clonových odstřelů.....	9
2.5.2 Druhy používaných náloží	10
2.5.3 Původní stanovení velikosti nálože CO č. 267 na lomu Bílčice.....	14
2.5.4 Výpočet jistoty roznětu	14
3 Návrh na úpravu parametrů resp. změnu použití výbušnin a roznětu v lomu za účelem snížení fragmentace těženého materiálu	15
3.1 Doporučení pro těžbu v zahloubení na úroveň 485 m.n.m	15
3.1.1 Návrh nových parametrů odstřelů.....	19
3.1.2 Návrh a použití trhavin.....	19
3.1.3 Druh a použití trhavin	20
3.1.4 Návrh na dosažení optimálního roznětu a časování	22
Hlavní činitelé ovlivňující kusovitost rubaniny	23
3.1.6 Výpočet parametrů pro navrhovaný CO	26

4 Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrženého řešení.....	30
4.1 Ekonomické zhodnocení při rozpojování hydraulickým kladivem	30
4.2 Technické zhodnocení a náklady na CO	31
4.2.1 Stanovení celkových nákladů na CO	32
4.3 Vliv na životní prostředí.....	33
5 Závěr	36

1 ÚVOD

Kamenolom Bílčice se nachází v k.ú. Bílčice, okres Bruntál, v blízkosti vodního díla Slezská Harta.

Společnost KAMENOLOMY ČR, s.r.o. provádí v kamenolomu Bílčice těžbu bazaltu (čediče) podle schváleného plánu POPD, jehož platnost je stanovena Rozhodnutím OBÚ Brno č.j. 08-3579/02-511 ze dne 13.8.2002 do vydobytí ložiska s tím, že v případě pokračování těžby po roce 2020 bude celá hornická činnost přezkoumána z environmentálního pohledu podle v té době platné první úpravy jednotlivých složek ochrany životního prostředí.

V současné době je těžba realizována ve dvou etážích, I.etáž je na úrovni 505 m.n.m, II.etáž na úrovni 494 m.n.m a v budoucnu se bude realizovat i III.etáž na úroveň 485 m.n.m, v souladu s výše uvedeným rozhodnutím SBS.

Tato lokalita je největší výskytem neovulkanických hornin tohoto typu na Moravě. Samotný stratovulkán je morfologicky velmi nápadný, je tvořen dvěma tělesy: Velký Roudný (kóta 780 m.n.m.) jihovýchdně od obce Roudno a Malý Roudný (kóta 771 m.n.m.) jižně od obce Roudno. V jednom z lávových proudů je založen i činný lom Bílčice.



Obrázek č. 1 Letecký pohled na kamenolom Bílčice

2 Rešerše dosavadních výsledků provádění trhačích prací v lomu Bílčice

2.1 Geologická charakteristika ložiska

Lokalita je součástí lávového proudu Chříbského lesa stratovulkánu Velký Roudný. Lávový proud je kvarterního stáří a nasedá na pleistocenní štěrky a částečně na karbonské (kulmské) sedimenty.

Vlastní ložisko je součástí dvou na sebe nasedajících lávových proudů. Spodní je tvořený nefelinickým bazaltem, svrchní alkalickým olivnickým bazaltem. Obě horniny (makroskopicky obtížně odlišitelné) jsou rovnocennou surovinou a v technické praxi jsou horniny nazývány čedičem. Báze proudu je v prostoru obnaženém lomem ukloněna cca 5° k SV.

Na ložisku bylo dokumentováno několik typů čediče. Nejčastěji je tmavě šedý, kompaktní nevýrazně porfyrický čedič. V jemnozrnné základní hmotě jsou řídké vyrostlice zeleného olovínu velikosti několika mm, maximálně do 1 cm (někdy idiomorfne omezené). Ojediněle byly zjištěny subovalné xenolity, tvořené převážně bílým krystalickým křemenem a šedavě zeleným chloritem. V některých partiích jsou poměrně četné prázdné dutinky nepravidelného tvaru o velikosti max. několika mm. Hornina je velmi pevná, většinou sloupcovitě odlučná. Sloupce o tloušťce několika desítek cm jsou poměrně nepravidelné, často příčně rozpukané, charakteristický je jejich miskovitý povrch. Méně často jeví čedič deskovitou nebo nepravidelnou odlučnost.

Druhým nejvýznamnějším typem je tmavě šedý až černý, často světleji mramorovaný, nevýrazně porfyrický čedič s kuličkovitým (bobovitým) rozpadem. Světlejší hornina obklopuje tmavší kulovitá jádra. Vyrostlice, xenolity a dutinky jsou stejné jako u předchozího typu. Odlučnost horniny je stejně jako u předchozího typu sloupcovitá, deskovitá nebo nepravidelná. Čedič s kuličkovitým rozpadem je zpravidla nepevný, rozpadavý na jednotlivé kuličky mm až cm rozměrů. Oba základní typy

čediče do sebe přecházejí často bez ostrého rozhraní. V generelu je možno pozorovat pruhy jednotlivých typů o mocnosti prvních m zhruba paralelní s bází lávového proudu.

Na bázi lávového proudu byl dokumentován silně pórovitý hnědavě tmavě šedý čedič struskovitého vzhledu. Tato hornina vytváří kontaktní lem o mocnosti několika desítek cm.

Póry o velikosti mm až jednoho cm jsou většinou prázdné, vzácně jsou vyplněné bílým alterovaným minerálem (karbonát, zeolit). V surovině tvoří tento typ horniny zanedbatelný podíl. V připovrchové zóně (zpravidla první m) a v poruchových zónách jsou horniny zvětřelé. Barva se mění na okrovou až rezavou a horniny (zejména čedič s kuličkovitým rozpadem, který je náchylnější ke zvětřování) ztrácejí na pevnosti. Ze strukturních prvků je jednoznačně nejvýznamnější sloupcovitá odlučnost horniny. Sloupce jsou subvertikální, jejich povrch je zpravidla nerovný – miskovitý. Odlučné plochy jsou všesměrné. Sloupce jsou rozpukány příčnými, méně často podélnými puklinami. Na odlučných plochách jsou okrové (v kompaktním čediči) a rezavé (v kuličkovitě rozpadavém čediči) povlaky.

Na puklinách byly nalezeny drobné jehličkovité krystalky neurčeného minerálu. Vzácně byly v dutinkách nalezeny práškovité agregáty bílého minerálu (karbonát, zeolit). Bílý minerál tvoří výplně vzácných nepravidelných žilek. V lomu byla dokumentována strmá nerovná poruchová zóna o mocnosti prvních desítek cm. Výplň poruch tvoří rozpukaná až podrcená hornina bez výraznějších projevů alterace.

2.2 Jakostní a technologická charakteristika suroviny

Ložisko Bílčice je ložiskem stavebního kamene. Surovina odpovídá kvalitativním požadavkům některé z norem ČSN EN 12620 (Kamenivo do betonu), ČSN EN 13242 (Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace) nebo ČSN EN 13043 (Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních

a jiných dopravních ploch). Uvedené normy jsou součástí jakostních kritérií podmínek využitelnosti zásob.

Surovina je rozpojována clonovými odstřely, nakládána na automobily a odvážená na úpravnu v areálu lomu. Výsledným produktem je drcené kamenivo různých zrnitostních a kvalitativních tříd.

2.3 Hydrogeologická charakteristika ložiska

Hydrogeologické poměry ložiska jsou jednoduché. Lokalita leží v blízkosti Moravice (nedaleko přehrady Slezská Harta), která tvoří místní erozní bázi. Vlastní ložisko je kolektorem s nízkou puklinovou propustností, propustnost se mění s intenzitou rozpukání. Kolektor je dotován pouze atmosférickými srážkami. Těžba probíhá nad místní erozní bází, ložisko je odvodňováno gravitačně.



Obrázek č. 2 Odvodnění lomu Bílčice

2.4 Dosavadní způsob provádění trhacích prací velkého rozsahu hromadných odstřelů v lomu Bílčice

Technologický postup je zpracován v souladu s vyhláškou ČBÚ č.72/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů, ze dne 16.3.1992. Hromadným odstřelem se rozumí odstřel výbušnin uložených ve vývrtech. Na hromadný odstřel musí být vypracován technický projekt odstřelu. Projekt vypracuje a odstřel smí provádět pouze TVO, případně ZTVO.

2.4.1 Všeobecná ustanovení

Horninový masiv odstřelu tvoří bazalt (čedič), nevyskytují se zde žádné tektonické poruchy. Odstřel je situován na etáži 485 m.n.m., vzdálenost odstřelu od referenčních bodů VD je 545m. Pro vzdálenost CO více jak 500 metrů od daného bodu VD Slezská Harta je doporučena maximální dílčí hodnota nálože iniciovaná v jednom časovém stupni 370 kg a celková nálož v jednom CO 5 900 kg.

O každém odstřelu pořídí TVO zápisnici, v němž zhodnotí výsledek odstřelu a uvede v něm, jaká bezpečnostní opatření jsou nutná pro další postup prací. Před zahájením prací na hromadném odstřelu TVO a ZTVO stvrdí svými podpisy, že byli s tímto TP seznámeni.

TVO řídí osobně práce spojené s odstřelem, a to od převzetí výbušnin až po zabezpečení pracoviště po odstřelu. K pracím na celém provádění hromadných odstřelů a jeho zabezpečení přidělí vedoucí pracoviště dostatečný počet pomocných sil, které budou moci s plnou odpovědností provést pod dozorem střelmistra nebo TVO svěřené práce. Všichni pracovníci, jichž se to týká, budou seznámeni s tímto technologickým postupem a projektem CO. Projekt odstřelu bude k dispozici na pracovišti, plánec o odstřelu s parametry bude před započítáním vrtacích prací předán vrtné osádce.

U prací spojených s odstřelem musí být veden na pracovišti deník odstřelů od doby příprav a zahájení zemních prací, až po ukončení odstřelu dle §72, odst.1.

Po ukončení odstřelu se deník založí spolu s dokumentací o provedeném odstřelu. Samostatně přivádět výbušniny k výbuchu, ničit je a provádět nebo řídit odborné práce s tím spojené, smí jen střelmistr a TVO v rozsahu oprávnění, uvedeného v jejich střelmistrovském průkazu.

2.4.2 Nabývání výbušnin

Výbušniny, určené pro odstřel se smějí dovézt na pracoviště teprve bezprostředně před nabíjením vývrtů. Došlou zásilku si převezme TVO, zkontroluje jejich obaly co do počtu i bezvadnosti a zajistí, aby byly stále střeženy. Objeví-li se nějaké nedostatky, napíše o tom zápis do deníku právě tak, jako o jejich převzetí. Nelze-li výbušniny uložit do schváleného skladu, smějí se za dodržení všech bezpečnostních předpisů, uložit na vhodném místě, které musí být střeženo max. 48 hodin před odstřelem. Výbušniny uložené na volném prostranství musí být chráněny před povětrnostními vlivy, jakož i před neodbornou manipulací a odcizením. Za střežení, stav a spolehlivost stráží odpovídá vedení pracoviště.



Obrázek č.3 Vozidlo v režimu ADR pro přepravu trhavin.



Obrázek č.4 Nabíjení vývrtů při CO na Lomu Bílčice.

2.4.3 Nabíjení vývrtů

Nabíjení smí být prováděno za osobního vedení TVO, nebo jeho zástupce. Úkony musí být prováděny podle technického projektu odstřelu a podmínek, za kterých byly povoleny trhací práce. Při manipulaci s výbušninami se musí přesně dodržovat podmínky pro dopravu, skladování, použití a ničení, které jsou stanoveny ve schvalovacích výměrech používání výbušnin a podmínky stanovené vyhláškou č. 72/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Utěsnění vývrtů bude provedeno pískovou ucpávkou, nebo vrtnou moučkou a dostatečně udusáno. Při nabíjení musí být zaznamenáno přesné množství výbušnin kladených do jednotlivých vývrtů. Toto množství bude zaznamenáno do Záznamních listů o spotřebě výbušnin. Přerušil-li se nabíjení, musí být nenabitě výbušniny pečlivě chráněny před povětrnostními vlivy a zajištěny stráží. Odevzdání výbušnin ke střežení a jejich množství musí být zaznamenáno.

2.4.4 Hygienická opatření

Práší-li trhaviny při manipulaci, musí mít ohrožení pracovníci vhodné ochranné pomůcky a ochranný oděv. Při práci s aromatickými nitrolátkami nebo výbušninami, obsahujícími nitroglycerin či nitroglykol, musí být pracovníkům podávána teplá zrnková káva minimálně dvakrát za směnu. Při práci s tritolem a kyselinou pikrovou se doporučuje podávat pracovníkům mléko. Při práci s výbušninami, obsahujícími nitroglycerin nebo nitroglykol, musí být zaměstnanci seznámeni se škodlivými účinky použitých výbušnin a poučení, jak se mají chránit.

2.4.5 Roznětné vedení

Roznětné elektrické vedení ke každé náloži musí být provedeno podle projektu a dle § 57 vyhlášky č. 72/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Konce elektrických vodičů musí být izolovány. Jakákoliv manipulace nepovolanými osobami je zakázána. Blíží-li se bouře, nebo lze-li ji očekávat, nesmí se připravovat elektrický roznět. Je-li elektrické vedení již zapojeno s roznětnými náložemi v náložích a není-li spolehlivě zajištěno, aby nemohl nastat roznět při výboji atmosférické elektřiny, musí všichni ihned opustit území ohrožené výbuchem a učinit bezpečnostní opatření jako při normálním odstřelu.

2.4.6 Bezpečnostní opatření

Den a hodinu odstřelu stanoví TVO. Ohrožené území se před odstřelem vyklidí a vstup do něho se uzavře řetězem hlídek podle mapy, kde jsou jednotlivá stanoviště hlídek vyznačena. TVO seznámí členy hlídek s jejich povinnostmi a vydá jim písemné pověření. Hlídky vyklidí ohrožené území při prvním stupni výstražných signálů a do té doby zůstanou na svých stanovištích. Po uzavření ohroženého území, smějí v něm zůstat a do něj vstupovat jen pracovníci, přímo zúčastnění na provádění odstřelu, nebo osoby, jimž udělí souhlas vedoucí odstřelu. Hlídky zůstávají na svých stanovištích až do doby ukončení odstřelu.

2.4.7 Výstražné signály

Před odstřelem se dává výstraha ve dvou stupních:

- a) První stupeň** - výstražné znamení, sloužící k odchodu všech nezúčastněných osob z ohroženého území a k odchodu hlídek na určené stanoviště.
- b) Druhý stupeň** - dává se po zjištění, že ohrožené území je zcela vyklizeno a zabezpečeno hlídkami a nálože jsou připraveny k odpalu. Odpal následuje zpravidla jednu minutu po druhém stupni signálu.
- c) Nouzový signál** - v případě vniknutí osoby do bezpečnostního okruhu, nebo nastanou-li jiné skutečnosti, které by mohly ohrozit bezpečnost osob nebo majetku, signalizuje tato hlídka pískáním a voláním „Nepálit“. Ukončující signál - trhavé práce se ukončují signálem, který se dává po provedení prohlídky pracoviště po odstřelu. TVO musí po odstřelu prohlédnout pracoviště ihned po uplynutí čekací doby. Pokud TVO zjistí, že nehrozí žádné další nebezpečí a že všechny nálože spolehlivě detonovaly, vydá pokyn k uvolnění bezpečnostního okruhu.

2.5 Generální technický projekt clonových odstřelů kamenolomu Bílčice

2.5.1 Porovnání parametrů clonových odstřelů

Porovnání jednotlivých základních parametrů clonového odstřelu je velmi důležité. Z jejich vyhodnocení lze následně určit optimálních parametry clonového odstřelu.

Parametry odstřelu se stanovují na základě podkladů technické zprávy Generálního projektu. Pro porovnání byly použity parametry lomu Bílčice z období roku 2010 viz. tabulka č.1

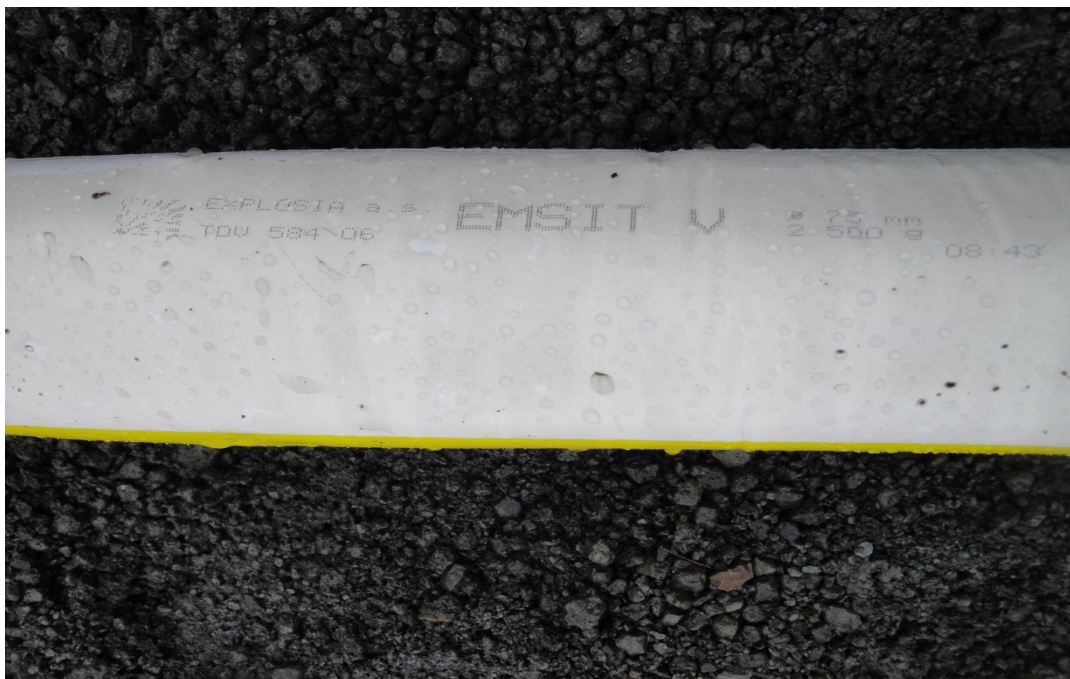
Tabulka č. 1 Srovnání parametrů clonových odstřelů

Odstřel číslo	263	266	267	268	269
Datum odstřelu	14.6.2010	14.10.2010	25.10.2010	18.11.2010	25.11.2010
Trhaviny (kg)	2795	2700	1905	2630	1680
Rubanina (t)	16000	12000	7000	10000	7000
Navrtáno (m)	749	752	563	803	636
Spec. spotřeba (kg/t)	0,175	0,225	0,280	0,263	0,240
Výtěžnost (t/m)	11,36	15,95	12,4	12,45	11,0
Počet vrtů (záhl/pat)	44/29	75/40	57/31	70/33	57/26
Rozbušky (ks)	118	152	121	176	150

2.5.2 Druhy používaných náloží

Pro clonový odstřel se na lomu Bílčice doposud používají nálože EMSIT V 75 a PERUNIT E 65.

EMSIT V je povrchová trhavina moderního emulzního typu senzibilizovaná skleněnými mikrokuličkami, která je charakterizována vysokou detonační rychlostí a vynikající vodovzdorností. Trhavina je balena moderním náložkovacím strojem do tepelně a mechanicky odolné fólie s vysoce pevným svárem. Používá se v malých i velkých průměrech jako výkonná trhavina při odstřelech, kde se vyskytují mokré nebo zavodněné vrty. Uplatňuje se i při trhavých pracích v podzemí. Tento a všechny ostatní typy emulzních trhavin jsou v mnohých případech ekonomičtější alternativou klasických dynamitů. EMSIT V je na rozdíl od trhaviny EMSIT M tužší konzistence. K jeho roznětu je nutno použít počinovou nálož trhaviny s detonační rychlostí min. 6 000m/s.



Obrázek č.5 Emulzní průmyslové trhaviny EMSIT V 75/2 500.

PERUNIT E je důlní skalní trhavina klasického dynamitového typu, z jejíž konstrukce vyplývá vysoký obsah energie, velká hustota a vysoké hodnoty detonační rychlosti. Používá se na podzemních pracovištích v nevýbušném prostředí a na povrchových pracovištích, kde charakter rozpojovaného materiálu vyžaduje použití výkonné trhaviny. Zejména velkopřůměrové náložky jsou vhodné k počínání trhavin. Používá se k trhavým pracím v mokru a pod vodou za podmínek uvedených v jeho návodu k používání. Tato tradiční trhavina byla v roce 2007 opět inovována a neobsahuje již zdravotně nebezpečné DNT a TNT.



Obrázek č.6 Průmyslová trhavina PERUNIT E 65/2 500 (dynamit) s rozbuškou



Obrázek č. 7 Označení na přepravním obalu dle ADR .

Porovnání parametrů jednotlivých trhavin používaných v současné době na lomu Bílčice je uveden v tabulce č.2. V praxi se nejčastěji užívá kombinace výše uvedených trhavin.

Tabulka č.2 Vybrané parametry trhavin používaných v lomu Bílčice

Parametr	Jednotka	PERUNIT E	EMSIT V
Výbuchové teplo	kJ/kg	min. 4100	2800
Měrný objem zplodin	dm ³ /kg	858	800
Výbuchová teplota	°C	min.3000	1800
Kyslíková bilance	%O ₂	+2,2	+0,5
Detonační rychlost (velkopřůměrové náložky bez upnutí)	m/s	min.6000	5300
Detonační rychlost (ve 28 mm bez upnutí)	m/s	min.2400	-
Trauzlův test	MI	385	-
Brizance dle Hesse	mm	14	-
RPS	%	78	-
Přenos detonace	cm	4	2
Hustota	kg/m ³	1380	min. 1050
Citlivost k iniciaci	-	rozb. č. 8	počin 500 g
Odolnost proti vodě (velkopřůměrové náložky)	-	4h /0,3 MPa	24h /0,2 MPa
Odolnost proti vodě (malopřůměrové náložky)	-	2h /0,3 MPa	-
Nejmenší dovolený průměr	mm	28	50
Spotřební doba	měsíc	9	
Průměr nálože [mm]	mm	65	65 / 75 / 90
Hmotnost nálože [g]	[g]	2000	2000 / 2500 /3000
Délka [mm]	[mm]	440	600 / 460 / 400
Hmotnost obalu [kg/box]	[kg/box]	24	

2.5.3 Původní stanovení velikosti nálože CO č. 267 na lomu Bílčice

Příklad: pro výpočet celkové velikosti nálože, byl použit následující vzorec:

$$N_c = q \cdot V = 0,28 \cdot 7\,000 = 1\,960 \text{ kg}$$

$$q = 0,145 \cdot Q_h \quad Q_h = 1,9$$

N_c – celková nálož

q – specifická spotřeba

V – rozpojený objem rubaniny

Při výpočtu nálože nebyly použity omezující koeficienty.

Stávající parametry clonového odstřelu číslo 267 na kamenolomu Bílčice (viz.tab.č.1):

Vrtací práce jsou prováděny vrtací soupravou ATLAS D 9C. Průměr vývrtů 102 mm;

Záběr 2,5 m; rozteč řad 2 m ; rozteč vrtů 2 m ; úklon záhl.vrtů 80°, 90°; délka nabíjení

6,8 m; patní vrty délka 2, 5, 6 m ; úklon -3,90°; rozteč 2 m, výška stěny 8m.

2.5.4 Výpočet jistoty roznětu

Výpočet je proveden pro použití běžných rozněcovadel typu DeM-S, počet 100 ks, použitá roznětnice RK-C1.

Odpor roznětné sítě	$100 \cdot 2,5 \, \Omega$	250 Ω
---------------------	---------------------------	--------------

Odpor přívodního vedení	200 m	10 Ω
-------------------------	-------	-------------

Celkový odpor okruhu		260 Ω
----------------------	--	--------------

Mezi odpor roznětnice RK – C1 pro rozbušky DeM-S v sériovém zapojení činí 385 Ω

Bezpečnost roznětu je v tomto případě 1,5 krát. Hodnota povolené odchylky mezi naměřeným a vypočteným odporem roznětné sítě se stanovuje na 10%.

Výpočet potřebného výkonu roznětnice:

R_R – odpor jedné rozbušky včetně přívodních vodičů	2,5 Ω
---	--------------

n – počet rozbušek typu DeM-S	100 ks
---------------------------------	--------

R_{HV} - odpor hlavního přívodního vedení	10 Ω
---	-------------

R_C – celkový odpor sériově zapojené roznětné sítě	260 Ω
L_{AKT} – aktivací roznětný impuls rozbušky typu DeM-S	18 mJ Ω^{-1}
L_Z – zážehový impuls	
E – výkon roznětnice	12000 mJ
k – bezpečnost roznětu	

$$L_Z = R_C \cdot L_{AKT} = 260 \cdot 18 = 4680 \text{ mJ}$$

$$k = E : L_Z = 12000 : 4680 = 2,56$$

Navržený roznětný okruh vyhovuje, bezpečnost roznětu $k = 2,56$ to znamená, že výkon roznětnice je 2,56 krát větší než potřebný zážehový impuls.

Příklad:

Výpočtu jistoty odstřelu na CO číslo 267 kamenolom Bílčice.

$$121 \text{ ks DeM-S} \cdot 2,5 \Omega = 302,5 \Omega$$

Pro vypočtený odpor vyhovuje při sériovém zapojení a zajištění současnosti roznětu pro roznět roznětnice PR 12.

K roznětu musí být použita počínová trhavina o minimální hmotnosti 500 g a minimální detonační rychlosti 5000 m/s iniciovaná rozbuškou.

3 Návrh na úpravu parametrů resp. změnu použití výbušnin a roznětu v lomu za účelem snížení fragmentace těžného materiálu

3.1 Doporučení pro těžbu v zahloubení na úroveň 485 m.n.m

Podle analýzy sledovaných seizmických účinků trhacích prací prováděných při těžbě kamene v lomu Bílčice mohou s velkou mírou bezpečnosti provést výpočet náloží v plánovaném zahloubení lomu. Výpočet vychází z podmínky dohodnuté se správou a dozorem VD Slezská Harta.

Otřes na referenčním bodě hráze VD (na základku zbudovaném ve středu podlahy a konci pravobřežní části revizní štolý) může dosahovat nejvýše intenzitu charakterizovanou rychlostí kmitání $V_{\max} = 1,00 \text{ mm/s}$ (v největší složce).

Při kontrolním sledování otřesu se požaduje měřit v tomto místě všechny tři složky otřesu (ve směrech X, Y, Z). Směr X orientujeme ve směru podélné osy štol. Výsledky výpočtu doporučených parametrů těžby v zahloubení uvádí v následující tabulce.

Tabulka č.3 Doporučené parametry pro těžbu v zahloubení na kótu + 485 m.n.m. (+ 495 m.n.m.)

Vzdálenost	Doporučená velikost náloží pro clonové odstřely				Možná maximální intenzita otřesu		
	Roznět typu DeM		Roznět INDET SHOCK		normální	velká	extrémní
(m)	m_1 (kg)	m_c (kg)	m_1 (kg)	m_c (kg)	v_{max} (mm/s)	v_{max} (mm/s)	v_{max} (mm/s)
450	300	5 000	250	6 500	0,88	0,98	1,20
500	400	6 400	320	8 000	0,89	0,99	1,21
550	500	7 500	420	9 000	0,88	0,97	1,20
600	600	9 000	500	10 000	0,86	0,95	1,17
650	750	10 000	630	10 000	0,85	0,95	1,17

L – vzdálenost okraje odstřelu od referenčního bodu na VD;

m_1 - maximální nálož (součet náloží) iniciována v jednom časovém stupni;

m_c – celková nálož v jednom clonovém odstřelu;

v_{max} – největší hodnota rychlosti kmitání (v jedné složce) na referenční stanovišti;

maximum normální – rozptyl proměnných vlivů (m_{ev} , K_1) předpokládán v rozsahu

+/- 10 %; maximum velké – rozptyl proměnných vlivů (m_{ev} , K_1) předpokládán

v rozsahu +/- 25%; maximum extrémní – rozptyl proměnných vlivů (m_{ev} , K_1)

předpokládán v rozsahu +/- 52 %;[5]

Výpočet hodnot doporučených náloží pro tabulku č.3 je provedena tak, aby podmínka $v_{max} < 1,00$ mm/s byla splněna při velkém rozptylu seizmických účinků (+/- 25%). Rozptyl pozorovaný dle vyhodnocení sledovaných clonových odstřelů byl v rozsahu +/- 12 %. Extrémní rozptyl (+/- 52 %) uvažuje situaci, která by mohla nastat při hrubé chybě v uspořádání roznětu odstřelu nebo při mimořádné anomálii v některém z vlivů. Doporučené nálože v tabulce jsou sníženy tak, že při normálním rozptylu faktorů ovlivňujících seismické účinky bude rychlost kmitání pod přípustnou hodnotu (viz. První sloupec v_{max}). Při velkém rozptylu jsou podmínky ochrany těsně

splněny (viz. druhý sloupec v_{\max}). Výsledky výpočtu možné rychlosti kmitání při extrémním rozptýlu faktorů ovlivňujících seismické účinky (viz. třetí sloupec v_{\max}) prokazují, že i v tomto případě bude zatížení přijatelné ($v_{\max} < 1,40$ mm/s).[5]

Zahloubení o 10m nebo o 20m pod úroveň současné lomové pláně dává pro návrh CO podmínky, které mohou ovlivnit i seismické účinky odstřelů. Možné ovlivnění seismických účinků vlivem různé výšky lomové stěny lze shrnout do několika bodů:

- a) při zahloubení na úroveň 495 m.n.m. (výška stěny 10m) lze očekávat některé změny proti dosud používaným parametrům CO. Malá výška stěny bude dodavatele trhačích prací vést k mnohořadým odstřelům, aby dosáhl potřebného objemu suroviny rozpojené při jednom odstřelu. Vznikne nebezpečí neočekávaného zvýšení seismických účinků (i při respektování doporučení) vlivem velkého „upnutí“ náloží v zadních řadách. Lze tomu předejít vhodným omezením těchto náloží, které by bylo nutno ověřit seismickým měřením. I při vhodném dimenzování zůstane vyšší riziko neočekávaných seismických účinků. Odstřel v nízké stěně bude také zvýšenou měrou ovlivňovat skalní masiv za a pod místem odstřelu.
- b) při dobrém návrhu CO v nízké stěně (omezení počtu řad záhlavních vrtů a správné snížení dílčích náloží v zadních řadách) bude velikost odstřelu omezena. Pro dosažení požadované těžby bude třeba zvýšit počet CO, odhaduji asi o 30% až 50%. Protože i správně dimenzované odstřely budou mít z technických důvodů řadu rizikových parametrů bude se díky jejich většímu počtu vytvářet statistický větší pravděpodobnost vzniku nadměrně zvýšených seismických účinků.
- c) při zahloubení na úroveň 485 m.n.m. (výška stěny 20m) budou pro těžbu vytvořeny lepší podmínky. CO ve stěně vysoké 20m budou mít velmi podobné parametry, jako dříve sledované odstřely. Je tedy velmi pravděpodobné, že jejich seismické účinky budou srovnatelné. Při respektování doporučení dle tabulky č. 3 bude bezpečnost hráze VD zajištěna v požadovaném rozsahu a s dostatečnou

rezervou i při možném rozptylu faktorů, které seismické účinky ovlivňují. Také přímé účinky odstřelu do okolního masívu za a pod místem odstřelu bude při 20m vysoké volné stěně menší. [5]



Obrázek č.8 zahloubení na úroveň 485 m.n.m.

Možné důsledky těžby v zahloubení na úroveň 495 m.n.m., výška lomové stěny **10m**:

CO, které zajistí požadovaný objem těžby musí být víceřadé a bude jich prováděn větší počet. Omezení velikosti náloží podle tabulky č.3, umožní provádění těchto odstřelů bez technických problémů. Relativně malé nálože potřebné k nabití krátkých vývrtů (cca 10,5 m) umožní iniciaci velkého počtu vývrtů v jednom časovém stupni. Počet nabitých vývrtů bude velký i při využití tradičních milisekundových rozbušek DeM řady 0° až 18°. Při použití neelektrického roznětu INDET SHOCK je možno bez ohledu na počet časových stupňů (systém umožňuje větvením roznětné sítě zvětšovat počet stupňů podle potřeby odstřelu) vždy plně využít doporučenou celkovou nálož. Menší výška stěny si vynutí menší rozteč vývrtů (spolupůsobení

náloží, fragmentace materiálu po odstřelu) a bude tedy vyžadovat větší spotřebu vývrtů na objem odstřelem vytěžené horniny (posuzováno podle bm/m^3 nebo Kč/1 tuna). [5]

3.1.1 Návrh nových parametrů odstřelů

Pro dosažení menší fragmentace na dané lokalitě lze dle zjištěných parametrů navrhnout několik variant a změn provádění CO. Tyto změny by se měly týkat způsobu provedení vrtných prací při provádění CO v lomu Bílčice.

V první fázi je nutno zmenšit rozteče mezi vývrty, což znamená vyvrtání hustější sítě svislých vývrtů. V některých případech však mohou být patní vývrty pro odlehčení požadovány. Počet vývrtů bude stanoven vždy délkou a výškou stěny etáže, která se bude rozrušovat a podle toho se budou odvíjet všechny další výpočty.

Při provádění CO musí být dodržovány zásady uvedené v Generálním projektu clonového odstřelu. Počet záběrových řad můžeme stanovit na tři, průměr vývrtů lze stanovit na hodnotu 90, 102 resp. 115mm.

Úklon vrtání povede po směru ložiska nebo vrstev a sklonem vývrtového úhlu $\alpha = 80^\circ$; výška stěny $H = 8 \text{ m}$; délka vývrtů $L = 8,11 \text{ m}$. Můžeme použít jen průměr vrtáků s ohledem na možnosti používané vrtací soupravy ATLAS D 9C na $\varnothing 90, 102, 115\text{mm}$ vrtné schéma viz. obrázek č.11.

3.1.2 Návrh a použití trhavin

Další změnou, která může ovlivnit výsledek provádění CO je vhodné zvolení průmyslové trhaviny s dostačující detonační rychlostí. Při volně sypané trhavině bude dobře vyplněn daný vývrt a tím se zlepší dokonalý přenos rázové vlny do horninového masívu v okolí vývrtů. Vyšší náložová hustota má příznivý vliv i na detonační rychlost a stabilitu detonace. Pro zajištění stabilní detonace má velký význam mohutnost počátečního impulsu. Další je tzv. počínová nálož, kdy detonační rychlost musí být vyšší než detonační rychlost trhaviny hlavní nálože. Styk počínové nálože s hlavní náloží musí být co nejtěsnější. Při vytvoření takové podmínky, by se využilo co

největší množství energie trhaviny pro rozpojení horniny. Optimalizace by měla mít za následek dosažení lepší fragmentace. Množství trhaviny je limitováno dle seizmického měření na VD Slezská Harta.

3.1.3 Druh a použití trhavin

Používané průmyslové trhaviny se dají rozdělit do tří skupin s ohledem na jejich balení a způsob nabíjení:

- **náložkované trhaviny** - jde o klasické průmyslové trhaviny, balené do náložek (šulek). Nabíjí se do vývrtů volným spouštěním. Hloubka vývrtu není omezena. Trhavina nesmí být ve vývrtu jakýmkoliv způsobem pěchována. V případě ucpání vývrtu nesmí být použito jakýchkoliv nepřiměřeně násilných metod k její uvolnění. Není dovoleno používat pneumatických, mechanických nebo jiných nabíjecích zařízení. Pomůcky pro nabíjení musí být vyrobeny z nejiskřivých materiálů. Nejmenší dovolený průměr vývrtu je 65 mm. Náložky se nesmí dělit. Jedná se o trhaviny různé konzistence např. plastické, sypké, emulzní.

Nejpoužívanější průměr náložky v lomu Bílčice je 65 - 75 mm.

- **volně sypané trhaviny** - pro navrhovanou variantu byla použita důlní skalní trhavina PERMONEX V19. Je to sypká amonledková trhavina s obsahem TNT. Používá se k trhavým pracím na povrchu a v podzemí v nevýbušném prostředí. Do vývrtů se nabíjí sypáním. Hloubka vývrtu není omezena. PERMONEX V19 nesmí být ve vývrtu jakýmkoliv způsobem pěchován. V případě ucpání vývrtu ucpávkou použijeme hlavně materiál vrtné moučky, písku nebo jílu. Nesmí být použito jakýchkoliv nepřiměřeně násilných metod k jeho uvolnění. Není dovoleno používat pneumatických, mechanických nebo jiných nabíjecích zařízení. Neobsahuje karcinogenní DNT. Pomůcky pro nabíjení musí být vyrobeny z nejiskřivých materiálů. Má široké uplatnění v malých i velkých průměrech.

• **trhaviny z nabíjecích vozů** - jedná se o sypké nebo emulzní trhaviny EMSIT 20 vyráběné přímo na místo spotřeby pomocí mísicích a nabíjecích vozů. Pomocí těchto zařízení se nabíjí trhavina přímo do vývrtu hadicí, která se nejdříve spustí na dno vývrtu. Při plnění vývrtu trhavinou je hadice kontinuálně vytahována nahoru. Tím je zajištěno úplné vyplnění vývrtu trhavinou a případná voda je vytlačena nad sloupec trhaviny.

Porovnání jednotlivých trhavin a způsobu nabíjení uvádí tabulka č.4. Do tabulky jsem naznačil i možnost použití emulzní trhaviny pro porovnání s navrhovanou sypanou trhavinou. Při trhavých pracích v lomu Bílčice se vždy používaly průmyslové trhaviny. V lomu Bílčice se nejvíce nabíjí pomocí náložkových trhavin.

Tabulka č.4 Porovnání druhu trhavin

DRUH TRHAVINY	VÝHODY	NEVÝHODY
EMSIT 20	Úplné vyplnění vývrtu trhavinou	Omezená možnost odlehčení nebo naopak
	Možnost nabíjení i částečné zhavarované vývrty – zúžený \varnothing	Zesílení nálože v různých částech vývrtu
	U emulzí – dokonalá vodovzdornost. Snadné a rychlé nabíjení	Nebezpečí zatečení do puklin ve stěně vývrtu nežádoucí vytvoření větší soustředěné nálože
	Vysoká manipulační bezpečnost trhavina vzniká až ve vývrtu	
PERMONEX V19	Úplné vyplnění vývrtu trhavinou - kontakt s horninou	Nutnost silného počinového impulsu
	Možnost nabíjet i částečně	Pneumatické nabíjení není povoleno
	Odolnost vůči mokru	
	Možnost mechanického nabíjení	
	Možnost přípravy přímo na pracovišti	

Lze použít také delaborované trhaviny, které mají velmi nízkou cenu, nevýhodou je však nestabilní detonační rychlost, která se projevuje zejména nestejným a nespolehlivým výsledkem odstřelu. Další jejich nevýhodou je silně záporná kyslíková bilance, která často způsobuje malé zpožděné detonace v rozvalu po provedeném odpalu. Výbuchové zplodiny z detonace takového výbušniny jsou silně jedovaté. Z výše vyjmenovaných důvodů se vojenské nelaborované trhaviny v kamenolomu Bílčice nepoužívají.



Obrázek č.9 Volně sypaná trhavina PERMONEX V19 na paletách

3.1.4 Návrh na dosažení optimálního roznětu a časování

Další změnu můžeme provádět při roznětu a časování, použitím neelektrické rozbušky INDETSHOCK MS 25/50, kde je prakticky neomezená variabilita časování zajišťující optimální využití energie trhaviny a dobrou fragmentaci a zároveň snížení nežádoucích seizmických účinků. Pro dosažení maximální přesnosti a variability časování roznětu lze použít poněkud drahé elektrické rozbušky s elektronickým

časováním typu E*Star. Interval doby zpoždění této rozbušky může být naprogramována s krokem 1ms v rozsahu od 1 ms do 10 000 ms. Je třeba použít také správnou roznětnici DBM 1600-2-K, logger typ DLG 1600-1-N, tester LM-1. Hlavní výhody mnohobodového počínu jsou – zajistí detonaci trhaviny po celé délce vývrtů. U sypané trhaviny PERMONEX V19 použijeme dvoubodového počínu. Vzdálenost bodových počínů neměla přesáhnout 6 m a ve velmi dlouhých vrtech má být 3 až 4 m. Kvalita a efektivnost počínu determinuje teda první detonační tlak, energie a vodovzdornost počínové náložky. Důležitá je taky minimální hmotnost počínové nálože, hmotnost počínu nezávisí na celkové hmotnosti nálože ve vývrtu, hlavní funkcí je citlivost trhaviny.

Milisekundovými intervaly časování jednotlivých skupin (řad) náloží, při kterých se energie výbuchu maximálně využije na rozpojení, se získá nejmenší kusovitost rubaniny a minimální škodlivé účinky. Optimální interval časování z hlediska seizmicity je taky interval, při kterém vzniknou minimální otřesy.

Také mnohořadými odstřely při milisekundovém časování odstřelu se značně zvyšuje intenzita zdrobnění. Velká kusovitost je často produkována z části bloků stěny, které byly uvolněny v předešlém odstřelu. Při víceřadém odstřelu je pohyb horniny před vlastním porušením mnohem menší a vhodným milisekundovým časováním bychom měli dosáhnout lepší fragmentace. K tomu přistupuje další pozitivní součinitel, kolize kusů při jejich pohybu, který je možno zintenzivnit vhodným schématem roznětu.

Hlavní činitelé ovlivňující kusovitost rubaniny

- a) *přírodní podmínky* - vlastnosti horninového masívu. Kusovitost rubaniny ovlivňuje hlavně struktura-tektonické vlastnosti (vrstevnatost, břidličnatost, pukliny, trhliny a všechny plochy diskontinuity) nazýváme trhlinovostí masívu. Dále to je heterogenita, fyzikální, mechanické a elastické vlastnosti.
- b) *trhaviny* - největší vliv má měrná nálož a spotřeba ve vývrtu, druh a charakteristika trhaviny.

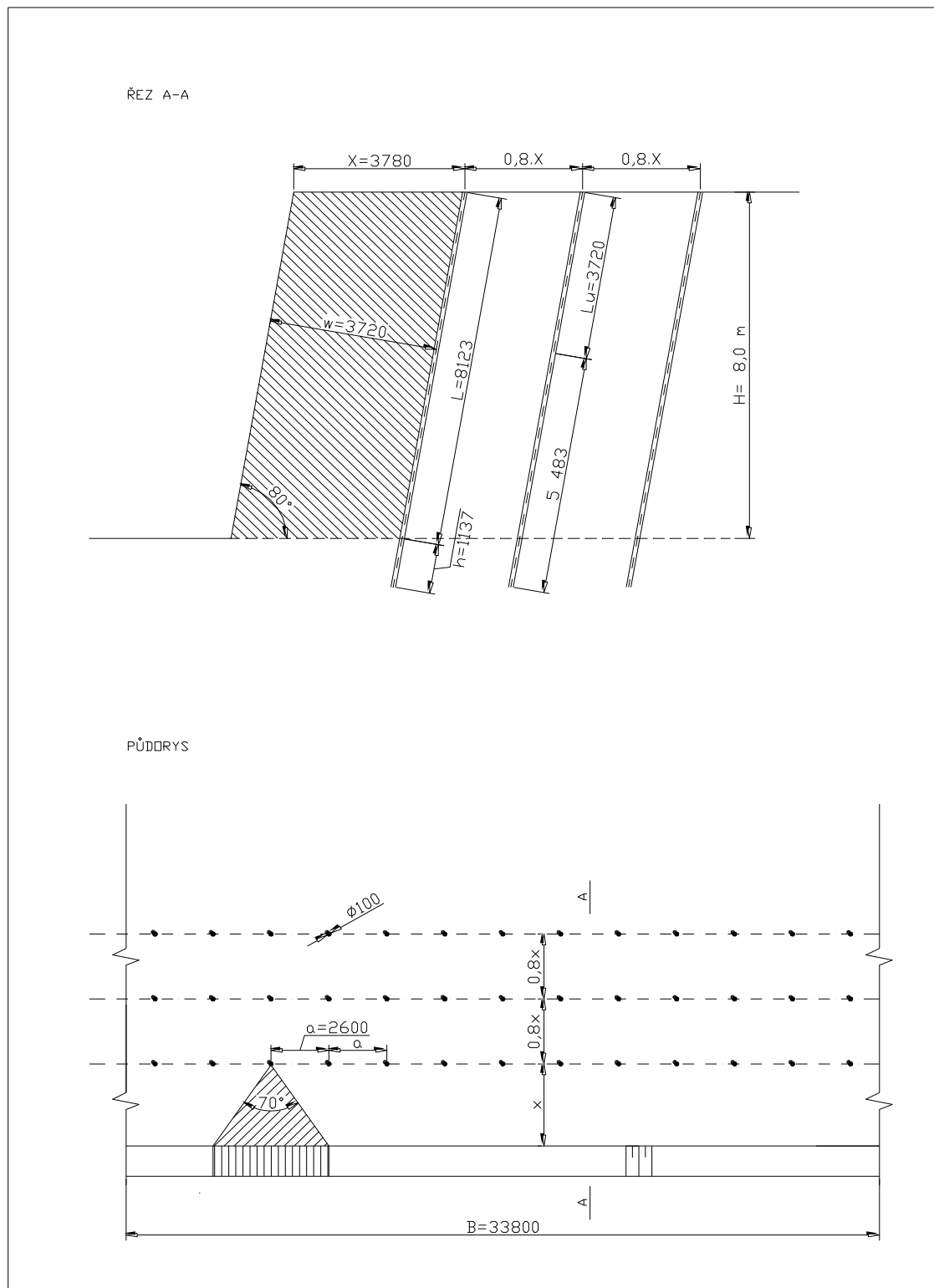
c) *parametry rozpojování odstřelu* - spolu s měrnou náloží a spotřebou vývrtů tvoří možnosti regulování fragmentace rubaniny a to hlavně:

- úsečka nejmenšího odporu – záběr (\emptyset vývrtu)
- vzdálenost náloží v řadě, která je záběrem vázaná součinitelem přiblížení náloží
- vrtací schéma
- časování a schéma roznětu soustavy náloží
- ostatní činitele jak konstrukce náloží, délka ucpávky, opakování vývrtů, upnutí horniny – úklon vývrtů.

Ne všechny mají stejnou závažnost a důležitost. [1]



Obrázek č. 10 Stěna před clonovým odstřelem, SZ směr na úrovni 485 m.n.m.



Obrázek č.11 Vrtné schéma clonového odstřelu

3.1.6 Výpočet parametrů pro navrhovaný CO

Specifická spotřeba trhaviny dle empirického vzorce:

$$q = 0,145 \cdot Q_h \quad \text{Měrná hmotnost bazaltu - } Q_h = 2,6 \text{ t/m}^3$$

$$q = 0,145 \cdot 2,6 = 0,377 \text{ kg/m}^3 \quad \text{S- plocha vývrtů}$$

Tabulka č.5 Parametry CO dle jednotlivých průměrů vývrtů

Průměr vývrtů (ø)	90mm	102mm	115mm
Plocha vývrtů (S)	0,636 dm ²	0,817 dm ²	1,038
Objem (V _{1m})	6,36 dm ³	8,17 dm ³	10,38 dm ³

Pro stanovení hmotnosti trhaviny v 1m vývrtu byl použit vzorec:

$$p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \cdot Q_{tr} \quad \text{Sypná hmotnost } Q_{Per} = 0,7 \text{ kg/dm}^3$$

Tabulka č.6 Hmotnost trhaviny v 1 m vývrtu

ø vývrtu	90 mm	p= V _{1m} · Q _{Per} = 6,36 · 0,7 = 4,45 kg.m⁻¹
ø vývrtu	102 mm	p= V _{1m} · Q _{Per} = 8,17 · 0,7 = 5,71 kg.m⁻¹
ø vývrtu	115 mm	p= V _{1m} · Q _{Per} = 10,38 · 0,7 = 7,26 kg.m⁻¹

Určení záběru vývrtů W_{max} 1.řady CO – použitá sypká průmyslová trhavina

PERMONEX V 19 :

a) ø vývrtu – 90 mm

obecný vzorec:

$$X = \frac{-0,7 \cdot p \cdot \sin \alpha + \sqrt{0,5 \cdot p^2 \cdot \sin^2 \alpha + 4 \cdot H \cdot m \cdot q \cdot L \cdot p}}{2 \cdot H \cdot m \cdot q}$$

$$X = \frac{-0,7 \cdot 4,45 \cdot 0,984 + \sqrt{0,5 \cdot 4,45^2 \cdot 0,984^2 + 4 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 8,11 \cdot 4,45 \cdot 0,377}}{2 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 0,377} =$$

$$X = \frac{-3,06 + \sqrt{9,58 + 304,76}}{4,22} = \frac{-3,06 + \sqrt{314,34}}{4,22} = \frac{-3,06 + 17,72}{4,22} = \frac{14,66}{4,22} = 3,47\text{m}$$

$$x_{90} = 3,47\text{m}$$

$$W_{90} = x \cdot \sin \alpha = 3,47 \cdot 0,984 = \underline{\underline{3,41\text{ m}}}$$

b) ø vývrtu - 102 mm

$$X = \frac{-0,7 \cdot p \cdot \sin \alpha + \sqrt{0,5 \cdot p^2 \cdot \sin^2 \alpha + 4 \cdot H \cdot m \cdot q \cdot L \cdot p}}{2 \cdot H \cdot m \cdot q}$$

$$X_{102} = \frac{-0,7 \cdot 5,71 \cdot 0,984 + \sqrt{0,5 \cdot 5,71^2 \cdot 0,984^2 + 4 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 8,11 \cdot 5,71 \cdot 0,377}}{2 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 0,377} =$$

$$X_{102} = \frac{-3,93 + \sqrt{15,78 + 391}}{4,22} = \frac{-3,93 + \sqrt{406,78}}{4,22} = \frac{-3,93 + 20,16}{4,22} = 3,84\text{m}$$

$$x_{102} = 3,84\text{m}$$

$$W_{102} = x \cdot \sin \alpha = 3,84 \cdot 0,984 = \underline{\underline{3,77\text{ m}}}$$

c) ø vývrtu - 115 mm

$$X = \frac{-0,7 \cdot p \cdot \sin \alpha + \sqrt{0,5 \cdot p^2 \cdot \sin^2 \alpha + 4 \cdot H \cdot m \cdot q \cdot L \cdot p}}{2 \cdot H \cdot m \cdot q}$$

$$X_{115} = \frac{-0,7 \cdot 7,26 \cdot 0,984 + \sqrt{0,5 \cdot 7,26^2 \cdot 0,984^2 + 4 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 8,11 \cdot 7,26 \cdot 0,377}}{2 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 0,377}$$

$$X_{115} = \frac{-5,00 + \sqrt{25,51 + 497}}{4,22} = \frac{-5,00 + \sqrt{522,51}}{4,22} = \frac{-5,00 + 22,85}{4,22} = \frac{17,85}{4,22} = 4,22\text{ m}$$

$$x_{115} = 4,22\text{ m}$$

$$W_{115} = x \cdot \sin \alpha = 4,22 \cdot 0,984 = \underline{\underline{4,15\text{ m}}}$$

Hloubka podvrtání: $k_1 = 0,3$; $h = k_1 \cdot w$

Ø vrtu – 90 mm

Ø vrtu - 102 mm

Ø vrtu - 115 mm

$$h_{90} = 0,3 \cdot 3,41 = 1,02 \text{ m}$$

$$h_{102} = 0,3 \cdot 3,77 = 1,13 \text{ m}$$

$$h_{115} = 0,3 \cdot 4,15 = 1,25 \text{ m}$$

Rozteč mezi vývrty: m = koeficient sblížení vrtů v řadě (0,7- 1,3); $a = m \cdot w$; $m = 0,7$

Ø vrtu - 90 mm

Ø vrtu - 102 mm

Ø vrtu - 115 mm

$$a = 0,7 \cdot 3,41 = 2,38 \text{ m}$$

$$a = 0,7 \cdot 3,77 = 2,64 \text{ m}$$

$$a = 0,7 \cdot 4,15 = 2,90 \text{ m}$$

Rozteč mezi řadami:

$$0,8 \cdot x_{90} = 0,8 \cdot 3,47 = 2,77 \text{ m}$$

$$0,8 \cdot x_{102} = 0,8 \cdot 3,84 = 3,07 \text{ m}$$

$$0,8 \cdot x_{115} = 0,8 \cdot 4,22 = 3,37 \text{ m}$$

Množství trhaviny v jednom vývrtnu 1, 2 a 3.řady o Ø 90, 102 a 115 mm. $L_u = W$

$$L + h - L_u$$

Ø vrtu – 90 mm

Ø vrtu - 102 mm

Ø vrtu - 115 mm

$$8,11 + 1,02 - 3,47 =$$

$$8,11 + 1,13 - 3,84 =$$

$$8,11 + 1,25 - 4,22 =$$

$$= 5,66 \text{ m} \cdot 4,45 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}^{-1}$$

$$= 5,4 \text{ m} \cdot 5,71 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}^{-1}$$

$$= 5,14 \text{ m} \cdot 7,26 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}^{-1}$$

$$= 25,17 \text{ kg/vývrt}$$

$$= 30,83 \text{ kg/vývrt}$$

$$= 37,31 \text{ kg/vývrt}$$

Celkové množství trhaviny

počet vývrtů \times množství trhaviny v 1 vývrtnu

$$45 \cdot 25,17 = 1\,132 \text{ kg}$$

$$36 \cdot 30,83 = 1\,109 \text{ kg}$$

$$33 \cdot 37,31 = 1\,231 \text{ kg}$$

Měrná spotřeba trhaviny na 1t vytěženého bazaltu (čediče)

$$1\,132 : 7\,000 = 0,16 \text{ kg/t}$$

$$1\,109 : 7\,000 = 0,15 \text{ kg/t}$$

$$1\,231 : 7\,000 = 0,17 \text{ kg/t}$$



Obrázek č. 12 Stěna po clonovém odstřelu, SZ stěnu na úrovni 485 m.n.m.

4 Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrženého řešení

4.1 Ekonomické zhodnocení při rozpojování hydraulickým kladivem

Po provedení clonovém odstřelu se odtěžená rubanina vzhledem k velké kusovitosti musí sekundárně zmenšit, pomocí hydraulického kladiva na menší počet nadměrných kusů, které se již mohou dále zpracovat pomocí primárního drtiče.



Obrázek č. 13 Hydraulické bourací kladivo NORDSTAHL GH-10

Při stanovení úspory při použití hydraulického kladiva jsem vycházel z předpokladu, že množství vytěžené rubaniny z jednoho CO je 7 000 t .

Denní kapacita linky na zpracování do vstupního drtiče je v rozmezí 1 300 – 1500 t. Potřebná doba pro zpracování rubaniny z jednoho CO je cca 5 dnů. Počet nadměrných kusů z rozpojené horniny jednoho CO 25%, cca 1 750 t.

Při kalkulaci jsem vycházel z předpokladu, že 1h provozu hydraulického kladiva pro sekundární rozpojování je 1 400,- Kč bez DPH.

Stanovení nákladů na provoz hydraulického kladiva při stávajících parametrech CO:

5 dnů x 8h prac. směna = 40h rozpojování nadměrných kusů kladivem

$1750 : 40 = 43,75$ t/h rozpojí hydraulické kladivo za jednu hodinu

$40 \times 1\,400 = \mathbf{56\,000,-\,Kč.}$

Pro navrhovanou změnu parametrů CO jsem uvažoval o snížení velikosti nadměrných kusů na 10 %.

Při stejném množství rubaniny 7 000 t, pak potřeba sekundárního rozpojení je dána:

$7000 : 43,75 = 160$ h

$160 \times 1\,400 = \mathbf{224\,000,-\,Kč.}$

Z výše uvedených výpočtů je patrné, že v případě snížení počtu nadměrných kusů z jednoho CO na 10 % bude úspora **cca 33 600,- Kč.**

4.2 Technické zhodnocení a náklady na CO

Cena 1ks elektrické DeM-S rozbušky:

Délka vodiče 2 m	22,60 Kč
Délka vodiče 10 m	50,00 Kč
Délka vodiče 30 m	107,90 Kč

Cena 1ks neelektrické rozbušky (včetně konektorů) 200,00 Kč

Cena 1ks elektronické rozbušky 10-15 EUR

Cena sypké trhaviny PERMONEX V19 za 1kg 27,00 Kč

Cena počínové plastické trhaviny PERUNIT E 65/2500 38,00 Kč/kg⁻¹

Při použití emulzní trhaviny :

Cena emulzní trhaviny EMSIT 20 24,00 Kč/nabíjecí vůz

Doprava trhavin na místo - (dopravné):

Cena za dopravu vozidlem ADR přeprava 1- 5 t průmyslové trhaviny 16,00Kč/km
Cena do 4 t bude nad 100km 35,00Kč/km
Cena nabíjecího vozu nad 4 t zdarma

Musíme počítat, že na jeden vývrt potřebujeme 1kg plastické trhaviny tzv. počinové náložky. Hmotnost jedné náložky (šulky) trhaviny PERUNIT E65/2500 je 2,5kg.

4.2.1 Stanovení celkových nákladů na CO

Pro výpočet celkových nákladů na clonový odstřel jsem vycházel z průměrných cen průmyslových trhavin na našem trhu.

Nc = náklady sypané trhaviny

Nr = náklady na počet rozbušek

Npoč = náklady počinové náložky

Nvrt. = náklady na 1bm vývrtů 150,00 Kč/bm⁻¹

a) Celkové náklady pro nálož vývrtu ø 102 mm při použití **sypané** trhaviny

PERMONEX V19:

Cena 1kg trhaviny 27,00 Kč/kg

Počet vývrtů CO 36

$Nc = 36 \times 30,83 \times 27 = 29\,966,76 \text{ Kč}$

$Nr = 36 \times 2 \times 50 = 3\,600,- \text{ Kč}$

$Npoč. = 36 \times 38 = 1\,368,- \text{ Kč}$

$Nvrt. = 288 \times 150 = 43\,200,- \text{ Kč}$

N = 78 134,76 Kč

b) Celkové náklady pro nálož vývrtu \varnothing 102 mm při použití **stávajících** trhavin:

Cena 1kg trhaviny EMSIT V 27,- Kč

Počet vývrtů CO 57

$N_c = 57 \times 34,39 \times 27 = 52\,926,21$ Kč

$N_r = 57 \times 50 = 2\,850,-$ Kč

$N_{poč.} = 57 \times 38 = 2\,166,-$ Kč

$N_{vrt.} = 803 \times 150 = 120\,450,-$ Kč

N = 178 392,21 Kč

N – celkové náklady na clonový odstřel

Úspora nákladů na samotný CO je při použití jiného typu trhaviny a snížení počtu vývrtů pro stejný objem rubaniny cca **100 257,45 Kč.**

4.3 Vliv na životní prostředí

Těžba nerostných surovin nemalou měrou ovlivňuje okolní přírodní krajinu. Především druhotné rozpojování nadměrných kusů horniny má negativní dopad na životní prostředí.

Hlavní vlivy druhotného rozpojování na životní prostředí jsou:

- zatížení hlukem,
- seizmické otřesy,
- tlakovzdušná vlna,
- rozlet úlomků hornin,
- prašnost, zplodiny,
- nebezpečí kontaminace vod.

Každá používaná metoda rozpojování druhotných kusů zatěžuje okolní prostředí rozdílnou intenzitou. Při volbě technologie druhotného rozpojování by se vliv

na životní prostředí měl brát v úvahu. Zejména vliv sekundárních prací pomocí hydraulického kladiva viz. obrázek č.13 je v okolí lomu velmi vnímán. Při posuzování těchto metod by měly být vlivy na okolní životní prostředí nadřazeny ekonomickým zájmům.



Obrázek č. 14 Pohled JV směrem na okolí kamenolomu Bílčice.



Obrázek č.15 Vrtací souprava ATLAS D 9C vrtání první řady svislých vrtů $\varnothing 102\text{mm}$.

Technologie druhotného rozpojování nadměrných kusů hornin bez použití výbušnin je pro životní prostředí přijatelnější. To však neznamená, že by negativní vliv na okolí neexistoval. Jedná se o metody rozpojování za použití strojních zařízení, které do atmosféry vypouštějí výfukové zplodiny, způsobují značný hluk a jsou potencionálním znečišťovatelem hydrosféry.

Lopatová rýpadla, nosiče hydraulických kladiv jsou až na výjimky poháněny naftovými agregáty, které stejně jako třeba automobily znečišťují atmosféru svými výfukovými zplodinami.

Snížovat tyto emise lze v současné doby pořízením strojů s moderními motory s nižší spotřebou pohonných hmot a emisní normy Euro I., II., III., IV. a více.

Hladina zvuku je nejvyšší u metody rozpojování hydraulickými kladivy. Jedná se rázový pravidelný zvuk, který vzhledem ke své intenzitě ohrožuje jen blízké okolí a vyžaduje ochranu sluchu u obsluhy. U této metody rozpojování dochází též k rozletu úlomků horniny. Dosah tohoto rozletu je maximálně 50 m a jeho vliv na životní prostředí je zanedbatelný.

Důležitým vlivem na okolí by mohla být kontaminace vod ropnými látkami. Jedná se o asi největší ohrožení životního prostředí, které u těchto metod rozpojování hrozí. Stroje, které se pro rozpojování používají, jsou často vyrobené před více jak patnácti lety a svým stavem jsou potencionálními znečišťovateli. Jen důsledným dodržováním předepsaných technologických postupů a plánů údržby lze toto nebezpečí eliminovat.

Čím lepší bude provedení primárního CO, tím lepší bude fragmentace těžené suroviny a tudíž nebudeme zatěžovat tolik životní prostředí druhotným rozpojováním.

5 Závěr

Při těžbě surovin v kamenolomu Bílčice vzniká problém s velkou fragmentací a množstvím nadměrných kusů hornin.

V posledních letech byly na lomu Bílčice hledány nové technologie rozpojování a vyhodnocování fragmentace za účelem snížení ekonomických nákladů při udržitelné zátěži na okolní životní prostředí. Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout takové řešení, které by přineslo při provádění CO především finanční úspory. Při nižší výšce stěny je třeba zajistit požadovaný objem těžby a provádět větší počet CO což má za následek zvýšení nákladů na provoz. Navrhovaná varianta řešení uvažuje s použitím levnějších trhavin při zachování kvality, za účelem procentního snížení fragmentace na jeden CO. V ročních nákladech se jedná o docela zajímavou částku k zamyšlení.

Z dalších poznatků jsem zjistil, že na kamenolomu Bílčice není problém jen při provádění clonových odstřelů, ale také v celkovém vytížení drtící linky. Je třeba se zamyslet nad možností výměny primárního vstupního drtiče z hlediska své kapacity. Zvětšením vstupního průměru drtiče odpadne nutnost řešení sekundárního rozpojování hydraulickým kladivem, což povede ke snížení nákladů. Je možná i výměna za kapacitně efektivnější a energeticky hospodárnější primární drtič. Pracovní linka není vytížena po celou dobu provozu z důvodu velké kusovitosti. Je nutno zvážit také výši nákladů spojených s provozem stávajícího drtiče včetně energetické náročnosti. Dále jsem chtěl poukázat na efektivní nastavení parametrů při clonovém odstřelu a získané teoretické poznatky aplikovat do formy použitelné v praxi.

Jen vhodně zvolený technologický postup přináší úsporu nákladů a tudíž může vést k lepším hospodářským výsledkům celé společnosti.

Seznam použité literatury

1. DOJČÁR, Ondřej; HORKÝ, Jiří; KOŘÍNEK, Robert. Trhacia technika. 1 vydání Ostrava : Montanex, 1996. 421 s. ISBN 80-85780-69-0.
2. KOŘÍNEK, Robert; Trhací práce v lomech, 2. vydání Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 1992. 201 s.
3. Zákon 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní bánské správě, ve znění pozdějších předpisu
4. Vyhláška ČBÚ č.72/1988 Sb., o používání výbušnin ve znění pozdějších předpisu
5. Generelní projekt a technická zpráva CO Kamenolom Bílčice

Internetové zdroje

<http://www.austin.cz/>

<http://www.explosia.cz/>

<http://www.explosia.cz/?show=trhaviny#t1>

<http://www.explosia.cz/trhaviny/praskove.htm>

<http://www.istrochem.sk/>

<http://www.stvgroup.cz/>

http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411?PC_8411_p=Příl.4&PC_8411_l=72/1988&PC_8411_ps=25#10821

Seznam obrázků

- Obr. 1: Letecký pohled na kamenolom Bílčice
Obr. 2: Odvodnění lomu Bílčice
Obr. 3: Vozidlo v režimu ADR pro přepravu trhavin.
Obr. 4: Nabíjení vývrtů při CO na Lomu Bílčice.
Obr. 5: Emulzní průmyslové trhaviny EMSIT V 75/2 500.
Obr. 6: Průmyslová trhavina PERUNIT E 65/2 500 (dynamit) s rozbuškou
Obr. 7: Označení na přepravním obalu dle ADR
Obr. 8: Zahloubení na úroveň 485 m.n.m.
Obr. 9 : Volně sypaná trhavina PERMONEX V19 na paletách
Obr.10: Stěna před clonovým odstřelem, SZ směr na úrovni 485 m.n.m.
Obr.11: Vrtné schéma clonového odstřelu
Obr.12: Stěna po clonovém odstřelu, SZ stěnu na úrovni 485 m.n.m.
Obr.13: Hydraulické bourací kladivo NORDSTAHL GH-10
Obr.14: Pohled JV směrem na okolí kamenolomu Bílčice.
Obr.15: Vrtací souprava ATLAS D 9C vrtání první řady svislých vrtů $\varnothing 102\text{mm}$.

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1 - Srovnání parametrů clonových odstřelů
Tabulka č. 2 - Vybrané parametry trhavin používaných v lomu Bílčice
Tabulka č. 3 - Doporučené parametry pro těžbu v zahloubení na kótu + 485 m.n.m.
(+ 495 m.n.m.)
Tabulka č. 4 - Porovnání druhu trhavin
Tabulka č. 5 - Parametry CO dle jednotlivých průměrů vývrtů
Tabulka č.6 - Hmotnost trhaviny v 1 m vývrtu

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Účelová důlní mapa 1 : 2000

Příloha č. 2 – Návrh časování milisekundového roznětu

Příloha č. 3 – Stanovení počtu vývrtů

Příloha č. 4 – Schéma neelektrické roznětné sítě

Příloha č. 5 – Schéma elektrické roznětné sítě

Příloha č. 6 – Ceník průmyslových trhavin společnosti Explosia a.s.